

---

# Estado del arte de las herramientas de administración de requerimientos de software

*Erick Monge-Solís\**  
*Luigi Caballero-Vargas\*\**  
*Julio Córdoba-Retana\*\*\**

---

---

## Resumen:

El artículo presenta los resultados del esfuerzo realizado para seleccionar las mejores herramientas para la gestión de requerimientos mediante una la revisión sistemática que permita analizar los distintos trabajos realizados sobre las herramientas actuales para minimizar sesgos en la conclusión. Se han revisado 44 documentos de los cuales el 21% ha llegado a aportar el

---

\* Ingeniero en Sistemas de Información con grado de bachillerato (2014). Posee 3 años de experiencia en TI, Desarrollador y Analista Programador. Actualmente labora en Nextpay. Correo electrónico: monge.erick@gmail.com

\*\* Diplomado en programación de aplicaciones informáticas de la Universidad Nacional de Costa Rica (2014), Ingeniería en Sistemas de información con grado de bachillerato de la Universidad Nacional de Costa Rica(2014). Posee 2 años de experiencia en TI y actualmente se desempeña como desarrollador de sistemas de información .NET. en EVERTEC.inc. Correo electrónico: luigui\_1692@hotmail.com

\*\*\* Ingeniero en Computación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (1999), Máster en Ingeniería del Software de la Universidad Politécnica de Madrid (2001), Candidato a Doctor en Informática Aplicada por la Universidad de Alicante (2005). Con 16 años de experiencia en TI. Docente e Investigador en Universidad Cenfotec, ULACIT, ITCR. Certificado en Fundamentos ITIL V3 2011, COBIT 5, ISO 20000 e Intermedio en ITIL PPO, RCV, SOA y OSA. Correo electrónico: jucore@gmail.com

material que cumple con los requisitos para ser de criterio para el artículo. Una vez presentadas las herramientas se expondrá una conclusión en la que se presentarán cuáles herramientas podrían aplicarse dependiendo de la empresa, metodología de desarrollo y necesidades.

**Palabras clave:** INGENIERIA DE REQUERIMIENTOS – TECNICAS DE MODELADO DE REQUERIMIENTOS – HERRAMIENTAS DE MODELADO DE SISTEMAS – GESTION EMPRESARIAL - CASE

**Abstract:**

The article presents the results of the effort to select the best tools to manage requirements through the systematic review to analyze the various tasks performed on existing tools to minimize bias in the conclusion. We reviewed 44 papers of which 21% has come to bring the material meets the requirements to be a criterion for the article. Once the tools presented a conclusion which will present tools which could be applied depending on the company, development methodology and cover needs.

**Keywords:** REQUIREMENTS ENGINEERING - MODELING TECHNIQUES REQUIREMENTS - SYSTEM MODELING TOOLS – MANAGEMENT - CASE

Recibido: 22 de setiembre de 2015

Aceptado: 17 de octubre de 2015

## **Introducción**

Conforme al desarrollo tecnológico y la innovación que se generó a mediados inicios del siglo XX, surge la profesión de ingeniero informático como un rol valioso en las empresas, en la que una de sus principal labores es la de aportar valores agregados a los procesos que se ejecutan dentro de ellas. De esta manera en esa época empieza a salir en escena formalmente la profesión como tal, cada vez diferenciándose de las demás ingenierías.

Como parte de los primeros desafíos y a la gran cantidad de retos que se siguen enfrentando, en los cuales la innovación y la continua mejora es tema diario, nace la necesidad de poder dialogar y comprender de una mejor manera las necesidades de los clientes, operarios, usuarios avanzados o gerentes que guardan relación al proceso en cuestión.

Al manejar una población tan amplia, parte de la recolección de historias de usuario es vital para que un proyecto alcance el éxito deseado. Queda a experiencia del analista analizar, depurar y gestionar esta información para poder así obtener información clara y entendible acerca del problema a resolver.

A razón de este análisis se fundamenta la importancia de este artículo, en el cual se detallan las herramientas más útiles para llevar una correcta gestión de las historias de usuario, para que el modelador vea facilitado el procedimiento de levantamiento de requerimientos.

El modelador se enfrenta a diferentes entornos en los que deberá gestionar grandes cantidades de historias de usuario y de estas debe determinar si existe algún nivel de duplicidad en cuanto a la información recolectada, también debe poder justificar los cambios que sufre cada requerimiento mientras esté claramente definido.

Para lograr una buena comunicación y establecer objetivos precisos en lo interno de un grupo de desarrollo, es necesario poder contar con requisitos claros. Cuando sucede un cambio a un requisito existente, se elimina, o se agregan adicionalmente uno de

estos, se debe poder contar con mecanismos para documentarlos, para no solo ver de dónde se originó y cuando, sino que también si es un cambio aprobado para el proyecto en curso, de esta manera justificar el tiempo o los costes que genere este cambio en el proyecto. Además de mantener al equipo ordenado y claro en sus metas.

Se evidencian cuáles son las herramientas más apropiadas que un analista debe considerar dentro de su ambiente de trabajo, tomando en cuenta las diferentes alternativas ofrecidas en el mercado, para poder tomar una decisión con bases comprobadas acerca de la funcionalidad, costo, escalabilidad, y portabilidad ofrecida por el proveedor.

### **Trabajos relacionados**

Para el presente artículo se han tomado dos trabajos como referencia, el primero basado en el concepto de técnicas de levantamiento de requisitos, y el segundo es sobre un trabajo de investigación previo en donde se han determinado las herramientas más importantes clasificándolas según sus características.

El primer trabajo que fue realizado por Nicolás Aristizábal Mejía y Miguel Eduardo Torres Moreno, cubre los principios de la ingeniería de requerimientos para posteriormente abarcar técnicas de modelado de requerimientos que se utilizan actualmente, más cómo la creatividad del analista es importante para realizar estas actividades. Toda esta información nos sirve como parámetro para evaluar criterios con los cuales juzgar las herramientas evaluadas, junto a determinar los ítems más cruciales para este tipo de herramientas a fin de poder asignarles pesos a los criterios según su importancia durante el proceso de levantamiento de requerimientos.

El Segundo documento de investigación realizada por Andreas Birk y Gerald Heller, el cual consiste en la clasificación de las herramientas al organizarlas por tipos, se centra en desarrollar una explicación de cada ítem y asignarle un prefijo,

para posteriormente tomar una lista de herramientas de modelado de requerimientos disponibles en el mercado, para evaluarlas según las funcionalidades que posea cada una hasta la fecha de la revisión.

Ellos constantemente actualizan el blog del cual emergen nuevas herramientas van agregando o eliminando herramientas de la lista de manera estructurada, documentando las herramientas nuevas y las que dejaron de lado en listas donde se evidencian que concursaron para el análisis.

Con estos trabajos buscamos tener un panorama amplio desde la necesidad, abarcando las técnicas de ingeniería de requerimientos para poder así definir criterios sólidos y tener certeza al momento de plantearnos las preguntas apropiadas, que con este documento responderemos de manera imparcial generando una línea base para tomar en cuenta para los modeladores.

## **Revisión sistemática**

### *A. Introducción*

El término Revisión Sistemática, hace referencia a la realización de una investigación en la que se pretende evaluar o interpretar toda aquella información que se considere pertinente para brindarle un sustento al tema de interés que se desee investigar. Además con la realización de una revisión sistemática se busca lograr presentar una evaluación justa por medio de la utilización de metodología que se considere fiable, rigurosa y auditable.

En este caso el tema de interés sobre el cual se realizó la revisión fue sobre las herramientas que existen en la actualidad para la gestión y administración de requerimientos de software, para lo cual se abarcarán los pasos que implican el desarrollo de dicha revisión sistemática.

- Formulación de la pregunta focalizada.
- Identificación de la necesidad.
- Búsqueda de los estudios primarios.
- Evaluación de calidad de los estudios.
- Extracción de datos.
- Resumen y análisis de los estudios.
- Interpretación de los estudios.
- Reporte escrito.

Todo esto para aportar una línea base para que el modelador que desee implementar un software para gestión y manejo de requerimientos recurra a la mejor opción para su empresa fuente.

### *B. Objetivo general*

Exponer y explicar las mejores herramientas para la administración de requerimientos de software existentes en el mercado.

### *C. Objetivo específicos*

Conocer la oferta de herramientas de software para la administración de requerimientos.

Analizar las opciones de las herramientas libres contra las de pago que se ofrecen en el mercado.

Determinar cuáles herramientas permiten un mejor trabajo en equipo con los involucrados en el proceso de levantar requerimientos.

Determinar los modelos de datos a los que se ajusta cada herramienta para un mejor desempeño.

Plantear un caso hipotético en el cual se pueda demostrar los beneficios que se pueden obtener haciendo uso de estas herramientas a la hora de administrar requerimientos de software.

#### *D. Restricciones*

No se hará un análisis a profundidad de cada herramienta indagada.

No se darán guías a modo de tutorial, ya que se trata de buscar características y no de un curso técnico de cada herramienta.

#### *E. Pregunta de investigación*

Con el presente documento queremos demostrar mediante una revisión sistemática, ¿Cuál es el estado del arte de las herramientas de administración de requerimientos de software?, con esta pregunta se buscarán herramientas que ofrezcan una mejor asistencia a los proceso de ingeniería de requisitos de las organizaciones.

Para encontrar el estado de lo que nos ofrece el mercado que a la fecha de publicación, presente las distintas alternativas para aportar facilidad al usuario, asistir durante procesos posteriores al levantamiento de requisitos, que aporten la principal característica que es la rastreabilidad de los requerimientos.

Además agregaremos los criterios con los cuales determinar cuál de las herramientas a evaluar cumple en mayor parte con los requisitos necesarios.

#### *F. Estrategia de búsqueda utiliza para los estudios primarios*

Se incluirán los siguientes materiales como parte de los estudios preliminares:

- Ebsco.
- IEEE Xplore Digital Library.
- ACM Digital Library.
- Bibliotechnia
- Current Contents

- Congreso Internacional Ciiti.
- Congreso Internacional de Investigación Científica.
- Congreso Internacional de Tecnologías Emergentes y Sociedad – UNIR UNIVERSIDAD
- IEEE International Requirements Engineering Conference (RE)
- ICCS International Conference on Computational Science
- International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)
- Google academics
- CAICYT, Catálogos Colectivos y de su Guía de Unidades de Información

Se buscarán temas relacionados con los objetivos que tengan por lo menos 3 años de vigencia, esto debido a la velocidad con que evoluciona la tecnología y el tiempo de en la cual puede llegar a ser aceptada una tecnología.

1. Herramientas recomendadas.
2. Herramientas populares para extracción de datos.
3. Análisis de requerimientos.
4. Software para el modelado del negocio.

#### *G. Criterios de selección de los estudios y Procedimientos*

Se incluirán todos los estudios preliminares que se lleguen a considerar de fuente científica válida, que tengan relación con el contenido de tecnología, requerimientos, análisis, sistemas, modelado. Que explique el proceso de levantamiento de requerimientos junto a sus técnicas y como un software o herramienta permite que este proceso se lleve de una manera más rápida y organizada.

Los congresos deben ser entidades reconocidas por su aporte a la comunidad relacionada al campo de ciencias de tecnología.

Se excluyen todos los trabajos que no posean autor o no estén publicados en una fuente reconocida sobre ciencias computacionales que no goce de imputación objetiva.

Los materiales que no aporten al tema de levantar requerimientos, si no que se concentren en otros pasos del ciclo de vida. Congresos cuyo material esté basado en documentos de bases de datos electrónicas ya consultadas.

No se incluyen evidencias que sean minimalistas o muy resumidas ya que cierra demasiado la objetividad y los criterios para evaluar las distintas alternativas.

#### *H) Discusión*

La búsqueda de la información se llevó a cabo mediante el uso de IEEEExplore y ACM Biblioteca digital, dichas búsquedas se llevaron a cabo entre los días 30 y 04 de Agosto de 2015. Es importante mencionar que IEEEExplore comprende más de 180 revistas, 3.800 normas técnicas, más de 1800 libros y cursos de formación, además de lo anterior, también proporciona búsqueda de texto completo y expresiones complejas. En la búsqueda realizada se obtuvieron 655 resultados de los cuales, se tomaron como referencia 15 ya que se consideró que eran los que aplicaban de una manera más completa para el tema que se estaba tratando de abordar.

Tal y como se menciona al inicio de este apartado, se utilizó también la biblioteca digital de ACM, la cual al igual manera permite realizar búsquedas completas, pero al contrario de la otra herramienta, esta no permite el uso de expresiones complejas.

#### *I. Herramientas de administración de requerimientos de software*

A continuación se agregará una breve descripción acerca de las herramientas que se utilizaron para la realización de esta revisión sistemática, cabe destacar que lo que se pretende es tener un mayor entendimiento sobre cada una de ellas para así poder determinar los resultados con un mejor criterio.

1. GATHERSPACE: Gatherspace es utilizada por los usuarios técnicos y no técnicos para gestionar, organizar y compartir requerimientos. Los grupos de usuarios que se han decidido por utilizar esta herramienta son generalmente considerados como los más valiosos analistas de negocios y dueños de productos. Esta herramienta logra combinar el trabajo de varios de los equipos que se relacionan con la gestión de los requerimientos, además logra agilizar muchos de los procesos tediosos que trae consigo la documentación de muchos requerimientos o casos de pruebas funcionales (que en muchas ocasiones las empresas llevan a cabo en Excel o Word). Permite la organización de los requerimientos de una manera fácil, trabajar en múltiples proyectos, generación y gestión de reportes y algo que se consideró sumamente importante es que esta herramienta garantiza la seguridad absoluta de los datos que se carguen a su plataforma.

2. SPIRA TEST: SpiraTest es una herramienta muy completa, que ofrece garantía de calidad en el manejo de requisitos, pruebas manuales o automáticas, errores y problemas en un entorno, con una trazabilidad completa de principio a fin, además de ser configurable a las necesidades de la empresa. Además de lo anterior, se puede ampliar que esta herramienta es un completo sistema de gestión de calidad y pruebas con la programación de la liberación integral y seguimiento de defectos (e incluso incidentes), es una de las mejores soluciones en cuanto a la gestión tanto manual como automática de pruebas funcionales relacionadas a los requerimientos que un cliente final pueda solicitar. También ofrece una completa trazabilidad de los requerimientos y la cobertura total de las pruebas. Incluye un potente sistema de seguimiento de fallos integrados con campos y flujos de trabajo personalizados.

3. REQUERIMENT ONE: Es una herramienta para la gestión de requerimientos que puede estar montada en la nube o en sitio web, lo cual puede quedar al criterio del cliente, esta herramienta ayuda a simplificar el manejo de datos, garantiza cobertura total en los requerimientos del negocio y establece vínculos entre los grupos de interés a través de sus requisitos.

La plataforma de gestión total requisito con todo lo que su equipo necesita para trabajar en las necesidades complejas - en un solo lugar. RequirementOne es una herramienta fácil de usar, software de gestión de requisitos basados en la Web con soporte de clase mundial. Controlar la corrupción del alcance, los plazos del proyecto afectadas, mejorar la comunicación del equipo y ganar un tiempo precioso. Nuestra tienda proyecto está lleno de plantillas y contenido que puede utilizar de inmediato para obtener su proyecto a un comienzo de vuelo.

4. CASE SPEC: Requerimientos avanzados, casos de prueba y Life Cycle Management software (requerimientos, scripts de prueba, etc.) se pueden organizar en jerarquías multinivel y vinculados de cualquier manera arbitraria a otros artículos, archivos (documentos, fragmentos de código, etc) o diagramas. Trazabilidad gráfica y tabulación completa está provisto de drill-down a niveles más bajos. Un cambio en un objeto, como un requerimiento de usuario de forma automática objetos banderas vinculados directa e indirectamente, como pasos de prueba, al ser re-evaluados, estas son solo algunas de las características principales que esta herramienta nos ofrece. Algunas de las desventajas que se identificaron fueron las siguientes:

La herramienta proporciona la funcionalidad básica para la gestión en función del registro de requisitos, solo puede ser utilizada sobre Windows, no es compatible con agile, no rastrea métricas ni problemas, no archiva procesos y por último no comparte archivos.

5. IBM RATIONAL: Mejora la rentabilidad de un producto intensivo de software oservicio, y mejorar la productividad de TI y reduce los gastos generales, algunos datos a tomar en consideración son los siguientes: brinda un trial de 90 días, así como también soporte por 12 meses, integración con HP Quality center (o también conocido como ALM en la actualidad, los precios rondan entre los \$550 y \$11.000. Además de lo anterior también permite la gestión de requerimientos, trazabilidad, Modelado y simulación, Informes, análisis y generación de documentos, flujo de trabajo, gestión de cambios y configuración, escalabilidad,

desarrollo colaborativo, planificación empresarial continua, monitoreo continuo, comentarios de los clientes y la optimización, software de gestión de cambios, herramientas de seguimiento de pruebas, integraciones con otros software, es importante agregar que es una aplicación de escritorio o servidor bastante completa, permite entrar trabajar desde un entorno web con la base de datos relacional, por medio del Rational DOORS Analyst Add On, permite trabajar con modelos, imágenes y diagramas. Tal y como se puede observar es una de las herramientas más completas hasta el momento.

6. TRACE CLOUD: Esta herramienta tiene cierta facilidad de uso, posee al igual que la anterior una versión de prueba gratuita, su precio ronda los \$30 mensuales por usuario, ofrece capacitación por documentación, online y en persona, brinda soporte en línea 24/7. Además de lo anterior, permite el trabajo en equipo, se pueden realizar comentarios sobre los requerimientos, permite llevar un historial de seguimiento, gestión de múltiples proyectos. Permite también asignarles un puntaje a los requerimientos, creación de reportes de estado y de resumen, listas de tareas por hacer, trazabilidad. Algunas de las desventajas que se lograron identificar son las siguientes: posee integraciones con correos electrónicos, reutiliza archivos adjuntos para otros registros, necesita integraciones con software de QA, es difícil para editar la descripción del detalle y en ocasiones los reportes no trabajan como deberían de funcionar.

7. INNOSLATE: Esta herramienta igualmente incluye una versión trial gratis, posee una gran facilidad de uso, así como buen soporte y documentación hacia los clientes. Ofrecen la instalación, con capacidades para ser visualizada en móvil y está basada en web. El soporte se puede obtener online o de manera física, permite agregarle una serie de comentarios a los requerimientos y llevar una historial de seguimiento, así como también permite la trazabilidad, reportes de estado y es conveniente mencionar que ofrece diferentes planes de acuerdo a topes de uso para los usuarios. Algunas de las desventajas más importantes son las siguientes: no soporta listas de tarea por hacer (To-do list), en general los reportes son bastante resumidos, al ser una tecnología

en la nube que se alquila el nivel de personalización es reducido, no se puede integrar con cualquier herramienta y queda a criterio de la empresa dueña del producto establecer que se puede hacer respecto a esa situación.

8. IPLAN: Esta herramienta ofrece una buena calidad en soporte, está basada en una plataforma web, permite la realización de comentarios para requisitos, clasificación de requisitos, así como también la generación de informes generales y de estado. Además de lo anterior ofrecen la posibilidad de permitirle al usuario llevar un historial de seguimientos de todos aquellos cambios que ha realizado. Algunas de las desventajas que fueron identificadas son las que se mencionan a continuación: ofrece una media facilidad al usuario, el soporte que brindan es solo durante días laborales, no ofrecen herramientas para versiones móviles. En cuanto a la interfaz gráfica se puede mencionar que está relativamente desactualizada y por último no posee la posibilidad de realizar una gestión de tarea por hacer (to-do list).

9. TOSCA TESTSUITE: Esta herramienta posee al igual que muchas de las anteriores, versión trial gratuita, puede ser instalada en servidores está basada en una plataforma web, ofrecen la posibilidad de documentar todas las fases y procesos de los requerimientos así como también brindan soporte online e interfaces gráficas fácil de entender y es relativamente moderna. Cabe destacar que algunas de las desventajas que se consideraron para esta revisión son las siguientes: no ofrecen funcionalidades realmente avanzadas ya que la mayoría de su diseño está basado únicamente para efectos de testing de aplicaciones.

10. ACCOMPA: Con respecto a esta herramienta se puede mencionar que es bastante fácil de implementar y usar, posee vistas poderosas, (es decir ofrece la característica de poseer muy buenos filtros para la realización de búsquedas más específicas), se puede exportar, personalizar e importar información, incluye 10 usuarios, permite un gran grado de flexibilidad en la personalización y trazabilidad. Además le brinda al usuario la posibilidad de llevar un historial de seguimiento, asignarle una prioridad a los requerimientos y generar reportes de estado.

Cabe destacar que puede que no tenga algunas funcionalidades o pequeñas herramientas que faciliten el trabajo pero constantemente mejoran el producto. Se consideró que tal vez una de las mayores desventajas que presentan es el hecho de que se cobre un 10% adicional por usuario extra.

### **Los resultados de la revisión sistemática**

Antes de proporcionar los resultados que arrojó la revisión sistemática realizada, se considera importante agregar los criterios de selección que fueron utilizados para realizar una matriz de evaluación de las herramientas, con el fin de determinar una respuesta a la pregunta de investigación formulada en este documento. Dichos criterios de selección son los siguientes:

1. **Trazabilidad:** Lleva la información desde la especificación de requerimientos hasta el diseño.
2. **Manejo de errores:** Entradas de datos sobre actividades incluyendo la gestión de incidentes o errores.
3. **Gestión de Riesgos:** Riesgos asociados a un requerimiento de un modelo, considerando prioridades y niveles de importancia.
4. **Amigabilidad:** Habilidad para ser integrada en las actividades del usuario, considerando los conceptos y procedimientos que son parte del dominio y cultura del mismo.
5. **Orientación al usuario:** Habilidad para proveer al usuario conocimiento sobre estatus de la operación de la herramienta.
6. **Adaptabilidad:** Habilidad de la interface para adaptarse a varios requerimientos de tareas, estrategias, hábitos y modos de cultura.
7. **Desarrollo de diagramas:** Entrada y edición de diagramas en los lenguajes de modelado que utilice la organización.
8. **Especificación de requerimientos:** Entrada y edición de especificaciones de requerimientos y chequeo de su consistencia y completitud en relación con constructos y reglas permitidas.
9. **Modificación de requerimientos:** Ajustes en los datos registrados para cada requerimiento durante el desarrollo del proyecto.

10. **Importación de requerimientos:** Importación de requerimientos de otros formatos y/o fuentes y poder manejarlos como parte de los que han sido creados mediante la herramienta.
11. **Organización de requerimientos:** Organización de requerimientos de acuerdo con diferentes criterios que faciliten su análisis y gestión.
12. **Sistema de flujo de trabajo de aprobación:** Consiste en mantener en pantallas accesibles un reporte de solicitudes de cambio para asegurar que el cambio es manejado.
13. **Gráficos de rendimiento:** Consiste en la capacidad de mostrar de manera gráfica métricas de rendimiento y tableros de control para monitorizar de una manera más fácil y resumida los estados de los requerimientos.
14. **Seguimiento de requerimientos:** Es la capacidad de mantener una línea base de requerimientos y poder rastrearlos en los diferentes procesos del ciclo de vida.
15. **Períodos de prueba:** Tiempo en que la empresa desarrolladora ofrece el software para que los clientes interesados en el producto puedan evaluar la funcionalidad y capacidades del producto, de manera que puedan determinar si el software cumple con los criterios establecidos según la situación del cliente.
16. **Escalabilidad:** Capacidad de responder bajo demanda con mejores recursos o rendimiento
17. **Fiabilidad:** Capacidad del software de estar disponible en el momento en que se necesite.
18. **Seguridad:** Capacidad del software al mantener la información confidencial en caso de intentos de vulneración.
19. **Soporte:** Es el período con que la empresa desarrolladora de la solución ofrece actualizaciones o atiende incidentes o errores con la aplicación.
20. **Facilidad al usuario:** Una interfaz limpia y descriptiva, con guías visuales que permitan identificar acciones comunes para el usuario, además de relacionar procesos técnicos con iconos y leyendas conocidas.
21. **Pruebas automatizadas:** Consiste en disminuir el tiempo de entrega al reutilizar planes de aseguramiento de calidad mediante el reciclaje de pruebas anteriores.

Teniendo en cuenta lo anterior, a la hora de presentar los resultados en una tabla que se adjuntará más adelante, se podrá tener un mayor entendimiento sobre a lo que se refiere cada criterio de selección. Ahora bien, es conveniente referirse propiamente a los resultados obtenidos a lo largo de la revisión sistemática que fue realizada para la elaboración de este documento, para iniciar es importante mencionar que se tomaron en cuenta únicamente 10 herramientas de administración de requerimientos de software (las cuales se adjuntaron en el apartado anterior), la razón por la cual solo se tomó en cuenta ese número de herramientas es debido a que según la información que se consultó se mencionaba que ese grupo de herramientas pertenecían a unas de las más usadas por las empresas para administrar en ella todo lo relacionado a requerimientos, pruebas funcionales, reportes, bitácora de datos entre otros. Además de lo citado anteriormente, dichas herramientas son las que en gran medida presentan un nivel de usabilidad y mayores ventajas con respecto a las otras herramientas de administración de los requerimientos de software que se consultaron en algún momento antes de decidir cuales se iban a tomar en cuenta para el desarrollo de la revisión sistemática.

A continuación se adjuntará la matriz de evaluación que se realizó específicamente para esta revisión sistemática, se espera que en ella se pueda evidenciar de una manera más clara cuáles de las herramientas son mejores para la gestión de requerimientos.

### **SIMBOLOGÍA:**

C=Cumple

P=Cumple Parcialmente

N=No Cumple

	Gatherspace	SpiratTest	Requirement One	CASE Spec	IBM Rational	TraceCloud	Innoslate	TOSCA Testsuite	iPLAN	Accompa
	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Trazabilidad										
Manejo de errores	N	C	P	N	C	P	N	C	C	P
Gestión de Riesgos	N	C	C	P	C	C	N	P	C	N
Amigabilidad.	C	P	C	P	C	C	C	C	P	C
Orientación al usuario.	C	C	C	N	C	P	C	C	P	C
Adaptabilidad.	P	C	C	N	C	C	C	C	N	C
Desarrollo de Diagramas	P	C	N	N	C	P	C	C	N	N
Especificación de Requerimientos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Modificación de requerimientos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Importación de requerimientos	C	C	P	C	C	P	C	N	C	C
Organización de requerimientos	C	P	C		C	N	C	P	C	C
Sistema de flujo de trabajo	P	C	P	N	C	C	C	C	C	C
Gráficos de rendimiento	N	C	N	N	C	P	C	N	C	C
Seguimiento de requerimientos	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Periodos de prueba	C	C	C	N	C	C	C	C	C	N
Escalabilidad	C	C	C	N	C	C	C	P	C	P
Fiabilidad	C	C	C	P	C	P	C	C	C	C
Seguridad	C	C	P	N	C	P	P	C	P	C
Separne	C	P	C	C	C	C	C	C	P	P
Facilidad al usuario	C	C	C	C	C	P	C	C	P	C
pruebas automatizadas	C	C	N	N	C	N	C	C	N	N

### ***Matriz de Evaluación de Herramientas para la Administración de Requerimientos de Software***

Tal y como se puede observar en la matriz de evaluación, los criterios de selección utilizados evidencian de una manera más clara cuales son para las fortalezas de algunas herramientas y las debilidades de las otras. Para efectos de brindar una mejor respuesta a la interrogante planteada en esta revisión sistemática la idea de considerar agregar las tres herramientas que a lo largo de la revisión realizada se consideraron las más completas para la gestión de requerimientos de software. La calidad y la fiabilidad del puntaje en cada ítem se establecieron en base a los puntajes de los usuarios en los comentarios en sitios de excelente reputación y los sitios web de tipo blog o revistas donde demuestran su calidad respectiva, además de juicio de expertos según experiencias y necesidades que nos han surgido en el día a día en nuestros trabajos.

Ahora bien, para comenzar la clasificación se agregará la herramienta que según los criterios de selección utilizados es la más completa, y es precisamente IBM RATIONAL, ya que posee todas esas funcionalidades que se utilizaron para evaluar cuál de las 10 herramientas es la mejor, como comentario adicional se puede agregar que es una de las herramientas más completas que actualmente se encuentra en esta rama del mercado.

En el segundo lugar de la clasificación se encuentra SPIRA TEST, con respecto a esta herramienta, tal y como se puede comprobar en la matriz de evaluación, no cumple con todos los criterios satisfactoriamente, pero sin embargo no es que no los cumpla del todo, sino que los cumple de una manera parcial, por lo que es de igual manera considerada una herramienta bastante completa al igual que la anterior.

Por último pero no menos importante se puede mencionar que la herramienta que se coloca en el tercer lugar de la clasificación realizada INNOSLATE, en el caso particular de esta herramienta hay dos de los criterios que no cumple del todo, pero en comparación con las otras herramientas restantes sobre sale considerablemente por las múltiples funcionales que le permite a los usuarios finales.

Con la clasificación anterior no se pretende dar a entender que el resto de herramientas son malas o deficientes, si no lo que se trata de evidenciar es cual o cuales son los puntos débiles en cuanto a funcionalidades para que la administración de la gestión de requerimientos de software sea la mejor experiencia para el usuario.

### **Amenazas a la validez de la SR**

La revisión sistemática presente fue llevada a cabo como parte de un curso de herramientas CASE, de manera que los criterios pueden no llegar a abarcar muchos aspectos que para el lector pueden ser importantes, además que se definieron solo 21 criterios para la evaluación de las herramientas, si el lector deseara añadir criterios a la matriz, esto eventualmente podría conducir a que cambie la herramienta fue elegida en nuestra matriz para dar respuesta al estado del arte de las herramientas de administración de requerimientos de software.

La exclusión de la información se ha llevado a cabo bajo la premisa de la búsqueda de experiencias y retroalimentaciones de expertos contenidos en el material fuente y en una pequeña escala en base a conceptos del área para darle un poco más de base a la información.

### **Sugerencias para la comunidad**

Se sugiere a la gran comunidad de analista/modeladores de sistemas en este caso, que para llevar un buen proceso de gestiones de requisitos deberá poder contar con algunas de las herramientas anteriormente citadas. Pero quedan a sujeto a criterios de la organización los siguientes temas: el precio, la cantidad de integraciones, funcionalidades, escalabilidad y soporte, de los cuales deberá determinar que es prioridad para su organización.

Se debe al unísono entender las técnicas relacionadas con la ingeniería de requerimientos para tener claras las distintas actividades en las que se puede dirigir este proceso, para determinar si las herramientas cumplen con los distintos casos de uso que conlleva las técnicas más utilizadas.

### **Problemas relacionados con la realización de las SRS**

En la revisión sistemática realizada en el presente artículo, al momento de ejecutarse se encontró con los siguientes problemas:

- Los integrantes de la revisión tienen experiencia en levantamiento de requisitos, pero no en elaborar una revisión sistemática por ende, se sometió a una serie de guías y correcciones de ejemplos similares para dar una correcta estructura al informe.
- Algunas referencias a ciertas herramientas fueron bastante difíciles de encontrar, ya que no gozan de mucha popularidad o son tecnologías emergentes de las cuales no existen muchas revisiones u opiniones sobre la herramienta.
- Se tuvo que revisar muy bien las fuentes ya que la misma competencia entre herramientas, comprara y a veces desmerita ciertas herramientas sin base objetiva ciertas herramientas.
- No se tuvo acceso ha ciento material como convenciones internacionales o algún otra reunión donde pautaran acuerdo o mejores prácticas para esta área.

### **Conclusiones**

A lo largo de la revisión sistemática realizada, se pudieron abarcar varios aspectos que se consideran fundamentales, entre ellos se puede citar, por ejemplo, el hecho de afrontar el desafío que implicaba la realización de una revisión sistemática por primera vez, ya que los cursos anteriores y en general los de toda la carrera únicamente involucraban trabajos investigativos o tesis y fue realmente satisfactorio poder conocer un poco acerca de este método para realizar de igual manera una investigación sobre algún determinado tema. Además de que también implicaba el desarrollo de un tema bastante amplio el cual primeramente se

debía plantear y delimitar para poder realizar la recopilación de la información que realmente fuera de utilidad. También se logró evidenciar cuáles de las herramientas expuestas son consideradas las mejores para la gestión de requerimientos de software y se construyó una matriz de evaluación que respalda y ejemplifica dichos resultados. En el ámbito del conocimiento, para todos fue de mucho aprovechamiento ya que logramos adquirir nuevas definiciones, conceptos, herramientas y funcionalidades que en la actualidad son muy utilizadas por muchas empresas tanto dentro como fuera del país.

Es importante también destacar que se pusieron en práctica muchas características del trabajo, la coordinación y colaboración en equipo para poder finalizar la revisión sistemática en un determinado tiempo. Esperamos que la revisión sistemática realizada sea de gran provecho tanto para los lectores como para el profesor que evaluará el desempeño del trabajo realizado.

En lo que refiere a los tipos de empresas podríamos categorizar en tres tipos de empresas según su capacidad de pago, número de colaboradores, nivel de arraigo de procesos de aseguramiento de calidad, reputación de la empresa.

El tipo A es la empresa PYMES o de emprendedores que se hace espacio en el mercado, esta cuenta con recursos limitados, pocos trabajadores, se puede enfocar en calidad pero se prioriza más con cumplir con los requisitos que mantener estandarizados los procesos, se tienden hacerlo las revisiones manuales, empieza a crear reputación y a la vez tiene un hambre de mejorar sus procesos para lograr más reputación a medida que pasa el tiempo, la metodología de desarrollo puede estar definida pero no implementada del todo.

El tipo B son empresas de mediana Gama, las cuales ya están establecidas y gozan de cierto reconocimiento y reputación, tienen ciertas liquides para invertir en sus propios procesos internos para implementar herramientas de apoyo y de gestión, tienen como compromiso crecer en calidad e en entregables más íntegros al momento de realizar las versiones estables acordadas para sus clientes, se pueden utilizar metodologías ágiles en las cuales se pueden solicitar reportes de cumplimiento con los requisitos.

El tipo C se puede definir como una empresa consolidada, la cual goza de reconocimiento internacional y local sobre su calidad de trabajo, es referente en el área y sus clientes consisten en marcas importantes, su liquidez es grande como para costear herramientas avanzadas para implementarlos en procesos muy estrictos de aseguramiento de calidad, ya que depende grandemente de su reputación como empresa seria, estas empresas pueden tener implementado diversas metodologías de desarrollo ágiles, cascada, espiral, etc. Estas empresas tienen equipos grandes de trabajo, los cuales pueden estar distribuidos por varios países.

Por esto, de acuerdo con la información consultada y al conocimiento adquirido se logró determinar que la mejor solución disponible en el mercado para la gestión de requerimientos es IBM Rational, no solo por la cantidad de funcionalidades contenidas en el software en sí, sino también por su capacidad de integrarse a otros sistemas lo cual le da un peso mayor al momento de pensar en empresas en que se necesitan trabajos colaborativos. Además IBM Rational es una herramienta de costo elevado que solo una empresa que justifique su inversión con procesos que genere rentabilidad en la inversión, se le es recomendable esta herramienta a empresas de clase C que tienen liquidez y le es retornable la inversión en las mejoras de procesos de calidad.

También se podría categorizar estas herramientas en 3 tipos según su modalidad de pago: pago único, pago mensual, OpenSource.

Las herramientas de pago único por lo general se tratan de herramientas muy capaces, pero al ser elevado el precio no las hace accesibles a todo el mercado, ejemplo de esto es IBM Relational.

En el caso de las de herramientas pago mensual, son de prestaciones medias hacia altas, algunas cumplen con la gran mayoría de criterios pero están sujetas a la cantidad de usuarios y a las limitaciones del momento de la herramienta; para este tipo se recomienda SpiraTest ya que es bastante completo y ofrece flexibilidad en el pago, según la cantidad de usuarios que se desee.

En el caso de las herramientas OpenSource, realmente no ofrecen una solución integra ya que o son muy simples o no ofrecen soporte limitado, poca documentación; así que es igual de útil que un editor de texto.

A nivel de tipo de empresa, las empresas tipo B se les recomienda herramientas de pago mensual, en el mercado se ofrecen herramientas muy buenas que cumplen con su cometido, así como SpyraTest, y al ser mensuales no se incurre en grandes gastos, si no se paga por la cantidad de usuarios lo cual se ajusta al crecimiento de la organización. También estas empresas si cuentan con la liquides necesaria para contar con herramientas de paga se le es recomendable hacerlo ya que pueden tomarlo como una oportunidad para crecer a un nivel de prestigio superior.

Por último, se le es recomendable a las empresas de clase A, las herramientas OpenSource o de pago mensual debido a que su nivel de operación aun no es muy compleja, mas abanado a su liquides y a su prioridad a conseguir nuevos ingresos internos, no cuentan con el tiempo suficiente criterios para implementar software costoso. Por eso buscan soluciones rápidas como software de suscripción mensual pagando pocos usuarios o software OpenSource para empresas pequeñas que necesiten personalizar procesos. Para recomendar una solución sería necesario revisar la matriz y evaluar la mejor opción, esto debido a que a este nivel puede deferir mucho los intereses de las empresas PYMES, ya que pueden solo utilizar algunas funcionalidades que otra PYMES no las utiliza como prioridad.

## Bibliografía

- Accompa (2015). *Requirements Management Software*. Recuperado el 22 de julio de 2015 de <http://web.accompa.com/>
- Agile Designers (2015). *1436 Best Resources for Designers & Developers*. Recuperado el 29 de julio de 2015 de <http://agiledesigners.com/>
- Birk, A.& Heller, G. (2015) *List of Requirements Management Tools*. Recuperado el 09 de julio de <http://makingofsoftware.com/resources/list-of-rm-tools>
- Capterra (2015). *Top Requirements Management Software Products*. Recuperado el 01 de julio de 2015 de <http://www.capterra.com/requirements-management-software/>
- Case Spec (2015). *Advanced Requirements Tool*. Recuperado el 11 de julio de 2015 de <http://www.casespec.net/>
- CASE Spec (2015). *Requirements Management*. Recuperado el 11 de julio de 2015 de <http://analysttool.com/>
- Eason, G., Noble, B. & Sneddon, I. (1955). On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 247 (935), 529–551.
- Inflectra (2015). *SpiraTest*. Recuperado el 02 de julio de 2015 de <https://www.inflectra.com/SpiraTest/>
- Innoslate (2015). *Herramienta de Gestión de Requerimientos*. Recuperado el 12 de julio de 2015 de <https://www.innoslate.com/>
- Innoslate (2015). *Project Management System. iPlan Enterprise*. Recuperado el 14 de julio de 2015 de <https://www.innoslate.com/>

- International Business Machines (2015). *IBM Rational*. Recuperado el 07 de julio de 2015 de <https://www.ibm.com/software/rationalmakingofsoftware.com>
- IT Central Station (2015). *Tosca Testsuite Reviews*. Recuperado el 13 de julio de 2015 de <http://www.itcentralstation.com/products/tosca-testsuite>
- Projects at Work (2015). *Goda Software-CASE Spec*. Recuperado el 18 de julio de 2015 de <http://www.projectsatwork.com/content/tools/243776.cfm>
- ProjectSkills (2014). *Gatherspace for Project Management..* Recuperado el 29 de julio de 2015 de <http://www.projectskills.com/gatherspace-for-project-management.html>
- RequirementOne (2015). *Herramienta para Manejo de Requerimientos*. Recuperado el 01 de julio de 2015 de <http://www.requirementone.com/>
- ResearchGate (2009). *Técnicas de Levantamiento de Requerimientos con Innovación*. Recuperado el 24 de julio de 2015 de [http://www.researchgate.net/publication/244724135\\_Tcnicas\\_de\\_Levantamiento\\_de\\_Requerimientos\\_con\\_Innovacin](http://www.researchgate.net/publication/244724135_Tcnicas_de_Levantamiento_de_Requerimientos_con_Innovacin)
- TraceCloud. (2015). *Herramienta para administración de requerimientos*. Recuperado el 02 de julio de 2015 de <http://www.tracecloud.com/GloreeJava2/jsp/WebSite/TCHome.jsp>
- VanillaSys. (2014, diciembre, 03). *Prácticas y Perspectivas: Buenas Prácticas en el Levantamiento de Requerimientos de Software* [Mensaje de blog]. Recuperado el 28 de julio de 2015 de <http://blog.vanillasys.com/practicas-y-perspectivas-buenas-practicas-en-el-levantamiento-de-requerimientos/>

